

“ EFISIENSI WAKTU PELAKSANAAN PEMANCANGAN DERMAGA 6 PT. KRAKATAU BANDAR SAMUDRA (KBS) CILEGON, PROVINSI BANTEN”

Chairul Paotonan¹, Hasdinar Umar², Muqsith Sila Basir³

ABSTRAK

Krakatau Bandar Samudera (KBS) adalah salah satu anak perusahaan dari PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk, membangun dermaga baru untuk melayani kapal bertonase besar (sampai dengan kapasitas 200.000 DWT). Untuk mendapatkan kedalaman yang cukup tanpa melakukan pengerukan, maka dermaga baru tersebut dibangun mengarah ke laut yang dihubungkan dari trestle sepanjang 1074, 3 meter dan lebar 14,15 meter. Masalahnya adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membangun dermaga tersebut jika menghubungkan kondisi lingkungan dan mutu beton.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil wawancara dan hasil pengamatan lapangan serta data sekunder berupa laporan akhir PT. KBS, mutu beton dan data gelombang didapatkan di internet (<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>).

Pemancangan dari laut dapat dilaksanakan ketika kondisi gelombang berada di bawah 1.5 meter, sedangkan pemancangan dari darat memerlukan umur beton sebanyak 65% (7 hari). Berdasarkan kondisi perairan, pemancangan dari laut ke darat memerlukan waktu selama 174 hari tahun pertama dan 162 hari tahun kedua. Berdasarkan kualitas beton dan beban alat pancang pemancangan dari darat ke laut memerlukan waktu selama 3579 hari (9,9 tahun). Pemancangan secara simultan memerlukan waktu selama 588 hari (1,6 tahun). Pemancangan dari laut ke darat menggunakan dua alat pancang memerlukan waktu selama 168 hari.

Kata kunci: Pemancangan, Krakatau Bandar Samudera, Gelombang, Mutu Beton.

ABSTRACT

Krakatau Bandar Samudera (KBS) is a subsidiary of PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk, a new harbor to serve the large tonnage vessels (up to a capacity of 200,000 DWT). To obtain sufficient depth without dredging, the new dock built seaward of the trestle connected throughout 1074, 3 meters wide and 14.15 meters. The problem is how long it takes to build the dock when connecting the environmental conditions and the quality of concrete.

The method used in this research are obtaining primary data and secondary data. The primary data obtained from interviews and field observations and secondary data from the final report of PT. KBS, concrete quality and waveform data obtained on the Internet (<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>).

Piling from the sea can be implemented when the wave conditions were under 1.5 meters, while the piling from the slab require concrete quality above 65% (7 days). Based on the condition, Piling from the sea to the land takes 174 days for the first year and 162 for the second year. Based on the quality of the concrete and hammer load, piling from land to sea takes over 3579 days (9.9 years). Piling simultaneously takes over 588 days (1.6 years). Piling from sea to land using two hammer takes 168 days to accomplished.

Keywords: *Piling, Krakatau Bandar Samudera, Wave, Concrete Quality*

¹ Dosen Jurusan Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, INDONESIA

² Dosen Jurusan Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, INDONESIA

³ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, INDONESIA

LATAR BELAKANG

Krakatau Bandar Samudera (KBS) adalah salah satu anak perusahaan dari PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk yang akan membangun dermaga 6 sepanjang 600 meter di kawasan pelabuhan Cigading 2, Kota Cilegon Provinsi Banten. Dermaga 6 ini akan melayani kapal bertonase besar untuk bongkar muat bahan baku biji besi dan hasil produksi PT. Krakatau Steel (Tbk) dan PT. Krakatau Posco. Dermaga 6 ini dibangun untuk dapat melayani kapal bertonase besar sampai dengan kapasitas 200.000 DWT dengan nilai investasi sebesar 735 Milyar Rupiah. Dermaga 6 ini diharapkan memberikan pelayanan bongkar muat dalam waktu 5-7 tahun ke depan yang meningkat dari 10 juta ton/tahun menjadi 25 juta ton/tahun.

Untuk mendapatkan kedalaman yang cukup tanpa melakukan pengerukan sesuai hasil perencanaan dari konsultan EPCM yakni -21 meter dari muka air surut, maka dermaga 6 dibangun menuju kelaut yang dihubungkan melalui trestle sepanjang 1074,3 meter dan lebar 14,15 meter dari bibir pantai (daratan). Untuk membangun dermaga dan trestle dibutuhkan pondasi tiang pancang (*pile pondation*). Bahan utama tiang pancang bisa terbuat dari kayu, beton, baja atau kombinasi yang disesuaikan dengan tujuan penggunaannya.

Tiang pancang berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur atas bangunan ke tanah dasar yang terletak pada kedalaman tertentu. Pemancangan harus sampai ke tanah keras berdasarkan hasil perencanaan dan terus menerus mendapatkan pengawasan dalam rangka mendapatkan hasil sesuai yang disyaratkan. Pemancangan akan dihentikan apabila tiang tidak dapat lagi masuk kedalam tanah dan dibuktikan dengan pengukuran kalendering (3cm/10x pukulan pemancangan) atas dengan menggunakan *pile driving analysis* (PDA).

Dalam pelaksanaan pemancangan dermaga 6 ini perlu ditetapkan metode pelaksanaan serta urutannya dari awal sampai selesai, meliputi perhitungan kebutuhan material/bahan, peralatan yang digunakan untuk pemancangan di laut, kebutuhan sumber daya manusia, dan kebutuhan bahan tiang pancang. Untuk pekerjaan trestle sepanjang 1074,3 meter dan lebar 14,0 meter, dengan menggunakan tiang pancang (*spun pile*) D600 mm, tebal 100 mm, K-500 kg/cm³, tiang pancang baja ex Krakatau Steel D816 mm, tebal 14 mm, SS 40, D1016 mm tebal 19 mm, SS 40 dan D711 mm tebal 14 mm, SS 40 sedangkan dermaga sepanjang 325 meter dan lebar 25 meter menggunakan tiang pancang baja ex Krakatau Steel D1016 mm, tebal 19 mm, SS 40. Pelaksanaan pembangunan dermaga 6 ini sebagai Konsultan EPCM adalah PT. Yodya Karya (Persero), sedangkan Kontraktor pelaksana adalah PT. Waskita Karya (Persero).

METODOLOGI PENELITIAN

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dermaga VI PT. Krakatau Bandar Samudera, Cilegon, Provinsi Banten.

2. Jenis Data

Jenis data yang di kupulkan berupa data yang bersifat kuantitatif dan kualitatif yang terdiri atas data primer dan data sekunder:

- a. Data Primer di ambil langsung dari perusahaan yang meliputi:
 1. Gambaran umum masing – masing perusahaan.
 2. Hasil wawancara dengan kontraktor, konsultan dan owner.
 3. Hasil pengamatan di lapangan (proyek).
- b. Data Sekunder meliputi:
 1. Data sekunder di ambil dari hasil membaca buku dan *literature* lainnya, antara lain:

- Buku-buku mengenai tiang pancang, cara/metode pemancangan di laut, jurnal dan lain-lain.
- Bahan tertulis lainnya diperoleh melalui studi pustaka yang erat kaitannya dengan masalah pokok yang dibahas di mana data tersebut sebagai pelengkap dari data yang bisa digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.
- Materi kuliah yang di dapatkan dari para dosen di Fakultas Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar.

3 Metode Pengambilan Data

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk digunakan dalam penelitian ini maka proses pengambilan data dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

- Metode Kepustakaan**
Sebagai aplikasi dari data-data yang didapatkan dengan mereview data yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.
- Metode Analisa**
Yaitu dengan melakukan analisa terhadap data dan contoh prosedur kerja yang digunakan oleh kontraktor dan konsultan.
- Metode Diskusi**
Yaitu dengan melakukan diskusi-diskusi kepada orang-orang yang terjun langsung ke lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

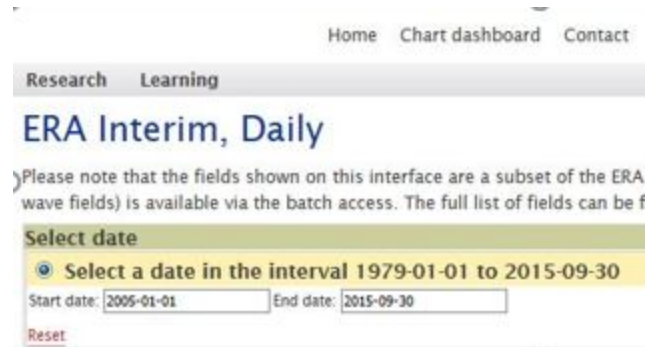
1. Data Angin dan Gelombang

Data angin dan gelombang diperoleh dari sumber internet (<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>). Proses pengambilan data angin dan gelombang dimulai dari penentuan tahun, penentuan data, penentuan lokasi kordinat, dan pengunduhan data. Sebagai contoh proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai 4.4 di bawah ini.

Gambar 4.1 Penentuan tahun data yang akan diambil

(Sumber <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>)

Berdasarkan Gambar 4.1, ditentukan tahun data yang ingin diperoleh dari tahun 01-01-2005 sampai 30-09-2015. Setelah penentuan tahun data, selanjutnya pemilihan parameter angin dan gelombang dapat dilihat



pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Pemilihan parameter angin dan gelombang

(Sumber <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>)

Berdasarkan Gambar 4.2 dipilih parameter angin dan gelombang sebagai berikut:

- 10 meter U wind component yaitu kecepatan angin dari arah U (barat – timur) 10 meter di atas permukaan laut.

- b. *10 meter V wind component* yaitu kecepatan angin dari arah V (utara – selatan) 10 meter di atas permukaan laut.
- c. *Mean wave period* yaitu periode gelombang rata-rata.
- d. *Mean wave direction* yaitu arah gelombang rata-rata.
- e. *Significant height of combined wind waves and swell* yaitu gelombang signifikan.

Setelah proses pemilihan parameter angin dan gelombang, selanjutnya penentuan lokasi koordinat dan grid dapat dilihat pada Gambar 4.3.

The screenshot shows the ECMWF data selection interface. Under the 'Area' section, 'Custom' is selected, and the coordinates are set to N -6.3, W 105.9, S -5.8, E 105.9. Under the 'Grid' section, '0.5x0.5' is selected. A 'Retrieve now' button is visible at the bottom.

Gambar 4.3 Penentuan lokasi koordinat data dan grid

(Sumber <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>)

Berdasarkan Gambar 4.3 ditentukan lokasi koordinat $N = -6,3^\circ$, $W = 105,9^\circ$, $S = -5,8^\circ$, $E = 105,9^\circ$ dengan jarak grid $0,5 \times 0,5$. Setelah penentuan lokasi koordinat dan grid, selanjutnya proses pengunduhan data dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Proses pengunduhan data
(Sumber <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>)

The screenshot shows the ECMWF data download page. It displays the request status as 'complete' and provides a 'Download (0.4MB)' link. The page also includes a search bar and navigation links.

Setelah melalui proses pengunduhan, maka parameter angin dan gelombang yang terdiri dari kecepatan angin, arah angin, arah gelombang, periode rerata gelombang dan tinggi gelombang signifikan dapat diperoleh. Adapun contoh parameter angin dan gelombang.

Data hasil yang diperoleh dari proses pengunduhan data maka didapatkan tahun data, U_x (kecepatan angin arah x positive), U_y (kecepatan angin arah y negative), U (kecepatan Angin), Arah Ke-I (arah angin berasal), Arah angin (arah angin menuju), Mean wave direction (rata-rata arah gelombang), T_{av} (Priode gelombang), H_s (Tinggi gelombang signifikan).

2. Mutu Beton yang digunakan

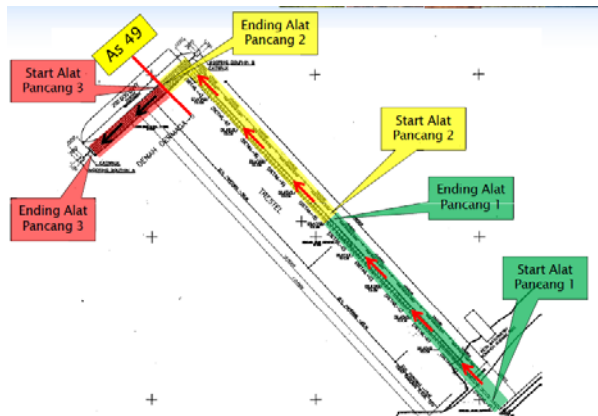
Berdasarkan data sekunder yang diperoleh mutu beton yang digunakan untuk pembangunan dermaga PT. Krakatau Bandar Samudra adalah beton K450. Beton K450 adalah beton dengan bahan dasar semen portland, agregat kasar, agregat halus, filter serta bahan-bahan aditif pilihan guna meningkatkan daya rekat, konsistensi dari kekuatan. Beton instan K450 memiliki mutu dan control yang sama dengan K450 dari PT. SCG Readymix Indonesia. Kualitas yang dihasilkan tentunya akan lebih terjamin bila dibandingkan dengan adukan secara konvensional.

3. Data Teknis Dermaga

Dari layout pemancangan Gambar 4.5, akan dibagi menjadi 3 (tiga) zona/area pemancangan. Dari ketiga zona tersebut, pekerjaan pemancangan akan dimulai secara bersama-sama. Sehingga peralatan pancang

yang digunakan adalah 2 set alat. Zona yang dimaksud adalah:

1. Zona / area Trestel (tiang pancang D30x30, D600, D711, D816).
2. Zona / area Trestel & Dermaga (tiang pancang D1016)



Gambar 4.5 Gambar Lay Out Zona Pemancangan (Sumber PT. Krakatau Bandar Samudera)

Tabel 4.2 Diameter dan jumlah tiang pancang (Sumber Hasil Perhitungan)

DIAMETER	JUMLAH TIANG
D600	146
D711	59
D813	203
D1016	935
TOTAL	1343

Pada Tabel 4.2 dijelaskan kebutuhan tiang pancang untuk D600 sebanyak 146 buah, D711 sebanyak 59, D813 sebanyak 203 dan D1016 sebanyak 935. Sehingga total tiang pancang yang dibutuhkan adalah 1343 batang.

4. Analisa Gelombang

Gelombang tahun 2005 - 2014

a. Gelombang signifikan (H33%)

Berdasarkan dari *software ocean data view* diperoleh data kejadian gelombang signifikan (H33%) berdasarkan arah datang pada tahun 2005 sampai 2014 dapat dilihat

pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52 Persentasi kejadian gelombang signifikan (H33%) berdasarkan arah datang (Sumber Hasil Perhitungan)

Arah	Jumlah Data	Persentasi (%)
0	0	0
45	0	0
90	0	0
135	28	0.767
180	1754	48.028
225	1558	42.662
270	300	8.215
315	3	0.082
Jumlah	3643	100

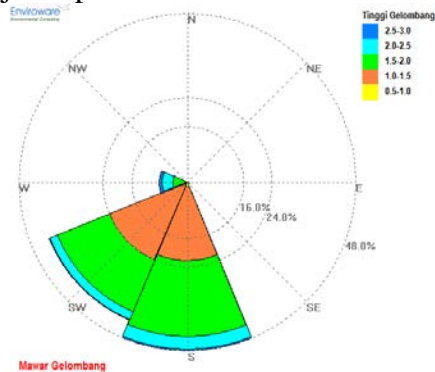
Tabel 4.52 memperlihatkan kejadian gelombang dominan terjadi di titik tinjauan adalah gelombang yang datang dari arah selatan (180°) sebesar 48,028%, disusul dari arah barat daya (225°) sebesar 42,662%, disusul dari arah barat (270°) sebesar 8,215%, disusul dari arah tenggara (135°) sebesar 0,767% dan disusul dari arah barat laut (315°) sebesar 0,082%. Setelah diketahui data kejadian gelombang signifikan (H33%) berdasarkan arah datang maka didapatkan kejadian gelombang berdasarkan interval tinggi gelombang dapat dilihat pada Tabel 4.52.

Tabel 4.53 Persentasi kejadian gelombang signifikan (H33%) berdasarkan interval tinggi gelombang (Sumber Hasil Perhitungan)

Interval Tinggi Gelombang (m)	Data	Persentasi (%)
0.5 - 1.0	2460	67.36
1.0 - 1.5	1112	30.449
1.5 - 2.0	58	2.164
2.0 - 2.5	1	0.027
2.5 - 3.0	0	0

Tabel 4.53 memperlihatkan bahwa kejadian gelombang signifikan (H33%) tertinggi dititik tinjauan adalah gelombang

dengan interval tinggi gelombang 2.0 sampai 2.5 sebesar 0,027%, disusul dengan interval tinggi gelombang 1.5 sampai 2.0 sebesar 2,164%, disusul dengan interval tinggi gelombang 1.0 sampai 1.5 sebesar 30,449% dan disusul dengan interval tinggi gelombang 0.5 sampai 1.0 sebesar 67,36%. Selain penyajian kejadian gelombang dengan cara tabulasi juga kejadian gelombang disajikan dalam bentuk mawar gelombang seperti yang disajikan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Mawar gelombang signifikan (H33%) (Sumber Hasil Perhitungan)

Berdasarkan Gambar 4.30 dapat dilihat pada arah selatan (S) merupakan persentase kejadian gelombang dominan yaitu 48,028%. Setelah diketahui interval tinggi gelombang signifikan (H33%), maka diketahui hari efektif selama 357 hari dan hari tidak efektif selama 8 hari.

b. Data gelombang laut dalam (H1%)

Berdasarkan data dari gelombang signifikan (H33%) dan mengikuti distribusi *Rayleigh* didapatkan data kejadian gelombang laut dalam (H1%) berdasarkan arah datang pada tahun 2005 sampai 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.54.

Tabel 4.54 Persentasi kejadian gelombang laut dalam (H1%) berdasarkan arah datang

Arah	Jumlah Data	Persentasi (%)
0	0	0
45	0	0
90	0	0
135	28	0.767
180	1754	48.028
225	1558	42.662
270	300	8.215
315	3	0.082
Jumlah	3643	100

(Sumber Hasil Perhitungan)

Tabel 4.54 memperlihatkan kejadian gelombang dominan terjadi di titik tinjauan adalah gelombang yang datang dari arah selatan (180°) sebesar 48,028%, disusul dari arah barat daya (225°) sebesar 42,662%, disusul dari arah barat (270°) sebesar 8,215%, disusul dari arah tenggara (135°) sebesar 0,767% dan disusul dari arah barat laut (315°) sebesar 0,082%. Setelah diketahui data kejadian gelombang laut dalam (H1%) berdasarkan arah datang maka didapatkan kejadian gelombang berdasarkan interval tinggi gelombang dapat dilihat pada Tabel 4.55.

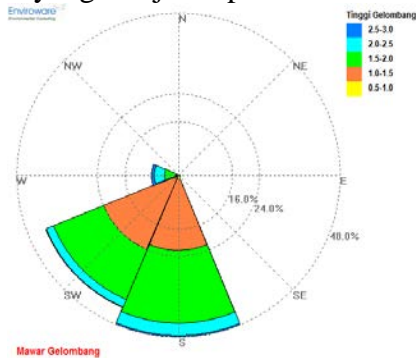
Tabel 4.55 Persentasi kejadian gelombang laut dalam (H1%) berdasarkan interval tinggi gelombang

Interval Tinggi Gelombang (m)	Data	Persentasi (%)
0.5 - 1.0	105	2.875
1.0 - 1.5	1636	44.797
1.5 - 2.0	1505	41.21
2.0 - 2.5	343	9.392
2.5 - 3.0	54	1.479

(Sumber Hasil Perhitungan)

Tabel 4.55 memperlihatkan bahwa kejadian gelombang laut dalam (H1%) tertinggi di titik tinjauan adalah gelombang dengan interval tinggi gelombang 2.5 sampai 3.0 sebanyak 1,479%, disusul dengan

interval tinggi gelombang 2.0 sampai 2.5 sebanyak 9,392%, disusul dengan interval tinggi gelombang 1.5 sampai 2.0 sebanyak 41,21%, disusul dengan interval tinggi gelombang 1.0 sampai 1.5 sebanyak 44,797% dan disusul dengan interval tinggi gelombang 0.5 sampai 1.0 sebanyak 2,875%. Selain penyajian kejadian gelombang dengan cara tabulasi juga kejadian gelombang disajikan dalam bentuk mawar gelombang seperti yang disajikan pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Mawar gelombang laut dalam (H1%)
(Sumber Hasil Perhitungan)

Berdasarkan Gambar 4.31 dapat dilihat pada arah selatan (S) merupakan persentase kejadian gelombang dominan yaitu 48,0%. Setelah diketahui interval tinggi gelombang laut dalam (H1%), maka diketahui hari efektif selama 174 hari dan hari tidak efektif selama 191 hari.

5. Pemancangan diatas ponton

Kapal Tongkang atau Ponton adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung.

Pemancangan diatas ponton dilakukan dengan cara Ponton service ditarik boat mendekati stok tiang pancang yang telah diposisikan di dekat pantai. Dengan bantuan crane, tiang pancang diletakkan di atas ponton service untuk di bawa menuju ponton

pancang. Tahapan selanjutnya adalah pengukuran posisi dengan menggunakan teodolit, lalu mengarahkan leader crane pancang yang memegang tiang pancang di atas kapal ponton ke sasaran bidik teropong yang telah disetting dengan komando dari *surveyor*. Apabila sudah sesuai dengan posisi yang diinginkan, maka tiang pancang sudah siap untuk dipancang.

Untuk tiang pancang dengan kondisi miring (sudut 1:10) maka dibuat perbandingan dengan menggunakan mal yang dilengkapi dengan *waterpass*. Apabila sudah tepat maka tiang pancang di turunkan sesuai dengan kemiringannya dan siap untuk dipancang.

Pada saat dilakukan proses pemancangan di atas ponton harus diketahui ketinggian gelombang di lokasi titik pemancangan, karena jika tinggi gelombang > 1,5 meter maka proses pemancangan harus dihentikan karena dapat mengganggu penentuan titik tiang pancang yang akan dipancang.

6. Alat Pancang

Crane Crawler besar dengan ukuran lebih dari 150 ton dan berat Crane Crawler kurang lebih dari 30 ton. Cara yang berikut ini terbilang lebih efektif, karena dengan menggunakan crane super besar, dan tanpa menggunakan *Leader* (penopang hammer), sepanjang apapun tiang pancang yang ditancapkan bisa dengan mudah diangkat atau ditancapkan dengan stabil, bahkan teknik ini pemancangan bisa dilakukan tanpa penyambungan, cukup sesuaikan ukuran panjang tiang pancang dalam satu batang yang panjangnya bisa mencapai kedalaman yang ditentukan. Akan tetapi teknik pemancangan dengan hammer gantung ini tidak sesederhana seperti di uraikan diatas, karena lokasi yang kita pancang ini adalah laut lepas dengan kedalaman air yang sangat dalam, dan tentunya harus diperhitungkan pula besar gelombang (ombak), yang akan kita hadapi, tentunya ada proses-proses teknik yang harus dikerjakan agar saat pemasangan tiang pancang bisa menopang hammer yang tergantung dan tidak roboh saat hammer dipasang atau terhempas ombak.

Berikut akan diuraikan cara pemasangan tiang pancang dengan hammer gantung diantaranya:

a. Pemasangan Breasing

Breasing ini dirakit untuk pengikat atau penopang tiang pancang saat di pasang, Breasing ini bisa di buat dengan 3 atau 4 kaki dan di pasang pula alat sejenis gap (pengikat) tapi dengan 4 roll agar tiang pancang yang di gap bisa dengan lancar meluncur ke bawah, adapun breasing dibuat menggunakan pipa berdiameter 30 cm, 40 cm, 50 cm tergantung perhitungan beban yang akan didukung, sedangkan panjang breasing di sesuaikan dengan kedalaman air sampai mencapai dasar, Breasing ini di pasang tepat di titik pancang yang ditentukan, pastikan posisi breasing tertancap sempurna dan kokoh, bila perlu breasing di tumbuk menggunakan

Vibro Hammer sampai benar-benar kokoh untuk menopang beban tiang pancang.

b. Pemasangan Tiang Pancang

Setelah pemasangan breasing terpasang dengan kokoh, barulah tiang pancang dipasang dan di tancapkan, akan tetapi tiang pancang yang di pasang terlalu panjang cukup sulit saat pemasangan *Hammer* Gantung, maka tiang pancang tersebut di tumbuk terlebih dahulu menggunakan *Vibro Hammer* sampai batas kemampuan *Vibro Hammer* tersebut, tentunya tiang pancang dan breasing tertanam kokoh untuk menopang *Hammer* Gantung, barulah *Hammer* di pasang dan mulai menumbuk.

c. Pemasangan Hammer Gantung

Hammer Gantung dirakit agar pemancangan bisa dilakukan walau tanpa menggunakan leader panjang, dan memancang dalam posisi jarak jauh setidaknya mengurangi proses manufer tongkang dan bisa leluasa untuk melego (menjeburkan Jangkar dalam bahasa perkapalan) jangkar dengan kokoh, Hammer yang digunakan bisa menggunakan *Hammer* apa saja seperti *Hammer diesel* atau *Hammer Hidroliquit*, *Hammer* terbungkus dengan rangka baja sedangkan peluncur (rell pemegang kuku *Hammer*) terpasang di dalamnya juga, panjang rangka baja pembungkus biasanya berkisar 10 m sampai 12 m dan agar Laba-laba (pengikat *Hammer* atau penggerak *Piston Hammer* saat *start Dripling*) *Hammer* bisa dengan bebas naik turun di dalamnya, kadang rangka pembungkus *Hammer* terlalu panjang dan kurang panjang saat di pasang di Tiang Pancang, makanya sebelum *Hammer* dipasang, Tiang pancang di *Vibro* terlebih dahulu supaya Tiang pancang agak lebih masuk ke bawah. Barulah *Hammer* Gantung dipasang dan mulai pemancangan sampai kedalaman yang ditentukan.

d. Pemasangan Bor Gantung (*Drilling Koring/Cleaning Soil*)

Biasanya tiang pancang yang digunakan Adalah tiang pancang dari pipa baja (*pile pipe steel*) dan pipa tersebut dibiarkan polos tanpa dibuat meruncing seperti *bottom pile* yang lainnya, sebab kalau tiang pancang pipa tertutup rapat di bagian bawahnya, maka akan terjadi perlawanan tekanan dari udara yang terperangkap dalam pipa, mengakibatkan pukulan *Hammer* tidak *maximal* bahkan saat *Hammer* diangkat tiang pancang itu akan naik kepermukaan kembali, ibarat memukul balon besar ke dalam air, begitupun kalau tiang pancang tersebut dibuat tertutup rapat. Dengan pipa terpasang polos, proses penumbukan akan lancar dan pukulan *Hammer* pun akan stabil dan *maximal*, daya tumpu pun bisa tercapai, akan tetapi dengan kondisi pipa yang polos maka air, lumpur, dan tanah akan masuk mengisi ruang kosong dalam pipa disaat penancapan dari mulai permukaan air sampai ke dasar, bahkan di saat penumbukan pun. Dengan begitu proses pengeboran pun dilakukan agar tanah dan lumpur terkuras habis dari dalam pipa sehingga di saat pengisian pengecoran beton dan spiral tulangan bisa dengan mudah masuk dan terisi penuh ke dalam pipa tiang pancang.

7. Mutu Beton

Beton adalah bagian dari konstruksi yang dibuat dari campuran beberapa material sehingga mutunya akan banyak tergantung pada kondisi material pembentuk ataupun pada proses pembuatannya. Untuk itu kualitas bahan dan proses pelaksanaanya harus dikendalikan agar dicapai hasil yang optimal.

Beton dengan mutu K-450 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 450kg/cm². Kuat tekan 46% kekuatan beton setelah 3 hari, 65% kekuatan beton setelah 7 hari dan 100% kekuatan beton setelah 28 hari. Adapun contoh konversi

mutu beton dapat di lihat pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56 Konversi mutu beton

MUTU BETON		K=fc/0.083	
Mpa		kg/cm ²	
fc.	5.00	K	60.24
fc.	10.00	K	120.48
fc.	12.00	K	144.58
fc.	16.00	K	192.77
fc.	20.00	K	240.96
fc.	22.00	K	265.06
fc.	25.00	K	301.20
fc.	30.00	K	361.45
fc.	35.00	K	421.69
fc.	40.00	K	481.93
fc.	45.00	K	542.17

MUTU BETON		fc=K*0.083	
kg/cm ²		Mpa	
K	100	fc.	8.30
K	125	fc.	10.38
K	150	fc.	12.45
K	175	fc.	14.53
K	200	fc.	16.60
K	225	fc.	18.68
K	250	fc.	20.75
K	275	fc.	22.83
K	300	fc.	24.90
K	325	fc.	26.98
K	350	fc.	29.05
K	375	fc.	31.13
K	400	fc.	33.20
K	425	fc.	35.28
K	450	fc.	37.35

(Sumber Laporan Akhir KBS)

Tabel 4.55 merupakan contoh yang bisa di jadikan sebagai acuan dalam menentukan mutu beton dalam pelaksanaan terkait dengan pemahaman antara kualitas beton dengan fc (Mpa) dan K (kg/cm²). Untuk mengetahui kepastian komposisi campuran dan kualitas yang diinginkan bisa dilakukan uji laboratorium *mix design* (penyelidikan material) serta melakukan *slump tes*.

Berdasarkan data angin dan gelombang

ditemukan bahwa ada beberapa hari proses pemancangan dari laut dihentikan, oleh karena itu untuk mengefisiensikan waktu pengerjaan, diperlukan pemancangan melalui dermaga. Maka untuk melakukan pemancangan dari darat, diperlukan analisa kekuatan beton pada umur 7 hari atau 65% kekuatan beton dan bobot alat pancang pada dermaga, agar pada saat proses pemancangan dari dermaga tidak terjadi kerusakan pada lantai atau struktur pada dermaga. Maka dilakukanlah perhitungan dapat di lihat pada perhitungan plat lantai (SLAB).

Setelah melakukan perhitungan plat lantai (SLAB) diketahui kuat beton rencana 37,35 Mpa. Diketahui kuat tekan pada 7 hari sebesar 24 Mpa akibat pemakaian yang dipercepat, sehingga data yang dimasukkan yaitu kuat tekan pada 7 hari.

8. Analisa Waktu Pemancangan

Berdasarkan data yang telah diperoleh maka dapat diketahui berapa jumlah dan lama pemancangan yang akan dilakukan baik dari darat maupun dari laut. Dalam kurun waktu 1 tahun (365 hari) jumlah tiang pancang yang harus terpasang sebanyak 1343 tiang, alat pancang yang disediakan sebanyak dua dan kapal ponton yang disediakan sebanyak dua kapal. Adapun hasilnya dapat di lihat pada Tabel 4.57.

Tabel 4.56 Analisa pemancangan

ARAH PEMANCANGAN	JUMLAH EFEKTIF (HARI)	JUMLAH TIDAK EFEKTIF (HARI)	JUMLAH PEMANCANGAN (TIANG)
DARI LAUT	174	194	696
DARI DARAT	46	319	137

(Sumber Hasil Perhitungan)

Berdasarkan keterangan Tabel 4.57, selanjutnya dapat dijadikan acuan penulis untuk membuat beberapa skenario yaitu:

1. Skenario I, pemancangan dari laut ke darat menggunakan 1 alat pancang.

Pada pelaksanaan pemancangan dari laut ke darat dibatasi waktu 174 hari dikarenakan tinggi gelombang diatas 1,5 meter yang terjadi selama 191 hari dapat mengganggu proses pemancangan. Dalam sehari alat pancang dapat memancang 4 batang tiang pancang, sehingga dalam waktu 174 hari dapat memancang sebanyak 696 batang. Akan tetapi untuk membangun dermaga ini tiang yang harus terpancang sebanyak 1343 batang, sehingga untuk membangun dermaga ini membutuhkan waktu selama 174 hari tahun pertama dan 162 hari tahun kedua. Maka pemancangan dari laut ke darat melebihi waktu yang ditentukan yaitu 365 hari (1 tahun).

2. Skenario II, pemancangan dari darat ke laut menggunakan 1 alat pancang.

Pada pelaksanaan pemancangan dari darat ke laut dibatasi waktu 46 hari dikarenakan pemancangan dari darat ke laut memerlukan umur beton sebanyak 65% dari kekuatan beton yang direncanakan sehingga waktu yang didapatkan dari hasil perhitungan selama 7 hari dan 1 hari proses pemasangan balok. Dalam sehari dapat memancang 3 batang tiang pancang, sehingga dalam waktu 46 hari dapat memancang 137 batang. Untuk membangun dermaga ini dibutuhkan 1343 batang tiang pancang, sehingga untuk membangun dermaga ini membutuhkan waktu selama 3579 hari (9,9 tahun), maka pemancangan dari darat ke laut melebihi waktu yang ditentukan yaitu 365 hari (1 tahun).

3. Skenario III, pemancangan dari laut ke darat dan darat ke laut, masing-masing menggunakan 1 alat pancang.

Pada pelaksanaan pemancangan dari laut ke darat dan dari darat ke laut waktu pemancangan dari laut ke darat selama 174 hari dengan jumlah tiang yang dipancang dari laut sebanyak 696 batang, sedangkan waktu pemancangan dari darat ke laut selama 46 hari dengan jumlah tiang yang dipancang dari darat sebanyak 137 batang. Jadi dalam waktu

365 hari (1 tahun) tiang pancang yang dipancang sebanyak 833 batang, akan tetapi untuk membangun dermaga dibutuhkan 1343 batang tiang pancang, sehingga untuk membangun dermaga ini membutuhkan waktu selama 588 hari (1,6 tahun). Maka pemancangan dari laut ke darat dan darat ke laut melebihi waktu yang ditentukan yaitu 365 hari.

4. Skenario IV, pemancangan dari laut ke darat menggunakan dua alat pancang.

Pada pelaksanaan pemancangan dari laut ke darat waktu pemancangan selama 174 hari dengan jumlah tiang yang dipancang dari darat ke laut sebanyak $696 \times 2 = 1392$ batang, sehingga pekerjaan pemancangan dari laut ke darat dapat selesai dalam waktu 169 hari.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan tentang proses pemancangan maka didapatkan kesimpulan antara lain:

1. Parameter yang digunakan saat pemancangan dari laut dapat dilaksanakan ketika kondisi gelombang berada di bawah 1.5 meter, sedangkan pemancangan dari darat memerlukan umur beton sebanyak 65% dari kekuatan beton yang direncanakan sehingga waktu yang didapatkan dari hasil perhitungan selama 7 hari.
2. Berdasarkan kondisi perairan pemancangan dari laut ke darat memerlukan waktu selama 174 hari tahun pertama dan 162 hari tahun kedua.
3. Berdasarkan kualitas beton dan beban alat pancang pemancangan dari darat ke laut memerlukan waktu selama 3579 hari (9,9 tahun).
4. Berdasarkan kondisi perairan, kualitas dan beban alat pancang pemancangan secara simultan memerlukan waktu selama 588 hari (1,6 tahun).

5. Pemancangan dari laut ke darat menggunakan dua alat pancang diketahui dapat meningkatkan efisiensi pemancangan hingga dua kali lipat sehingga waktu yang direncanakan 174 hari dapat lebih cepat menjadi 169 hari.

2. Saran

Dalam pelaksanaan pemancangan, banyak hambatan atau permasalahan yang terjadi sehingga membuat keterlambatan pelaksanaan pekerjaan. Dalam hal ini penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Ketersediaan jumlah tiang pancang di lokasi proyek sebelum dilakukan pemancangan, karena jika tiang pancang tidak tersedia maka pemancangan dapat tertunda.
2. Pengawasan dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan harus dilakukan secara ketat untuk mengurangi terjadinya kesalahan karena pelaksanaan pekerjaan yang tidak sesuai persyaratan dapat menambah waktu pelaksanaan yang sudah ditentukan sebelumnya (schedule).
3. Melakukan kerja sama yang baik dengan konsultan EPCM, kontraktor pelaksana, vendor dan mandor tentang cara menyelesaikan permasalahan di lapangan secara cepat untuk menghindari terjadinya waktu idle.
4. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pekerjaan untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan, seperti kecelakaan kerja di lokasi proyek. Untuk itu perlu tindakan tegas terhadap para pekerja yang tidak mengikuti peraturan mengenai Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3).

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 918-02. “Standar Metode Tes untuk Menentukan Kuat Tekan Beton Umur Muda dan Memperkirakan Kekuatan di

- Umur Selanjutnya*". Anual Book of ASTM Standards.
- Bambang Triatmodjo, Januari 2012, "*Perencanaan Bangunan Pantai*" Yogyakarta.
- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- ERA Interim Daily, (<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>).
- Lasino dan Andriati. 2003 "*Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton di Lapangan*". Sosialisasi Penerapan NSPM Untuk Peningkatan Kualitas Pekerjaan.
- Laporan Teknis Konsultan EPCM Dermaga 6, PT. Yodya Karya (Persero) 2012.
- Limanto, S., Kusuma, Y.H., Sumito, P.N., Antonioes P.G., 2009, Studi Awal Produktivitas Alat Pancang *Jack-In Pile*: Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Sardjono, HS, 1988, *Fondasi Tiang Pancang*, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.
- Tinjauan Ulang Independen Pembangunan Dermaga 6, PT. Krakatau Bandar Samudera, Port of Cigading – Banten, 28 Juni 2012.
- Wigroho dan Suryadharma, "Alat-Alat Berat" (Yogyakarta : Penerbit Universitas Atma Jaya, 1998).